

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2004 年 4 月 22 日 (22.04.2004)

PCT

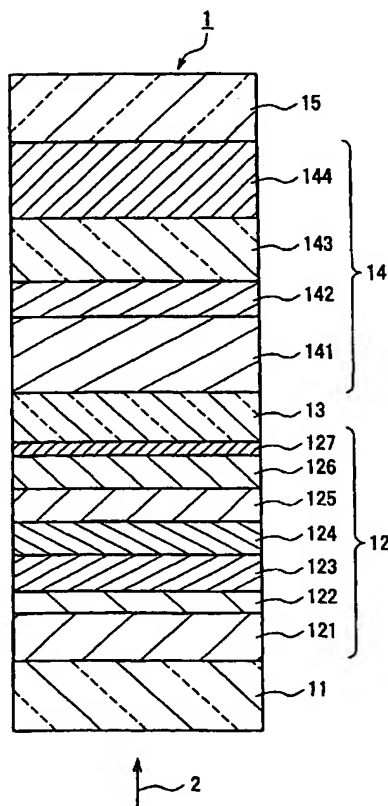
(10) 国際公開番号  
WO 2004/034390 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: G11B 7/24, 7/26
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/012937
- (22) 国際出願日: 2003 年 10 月 9 日 (09.10.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2002-297291  
2002 年 10 月 10 日 (10.10.2002) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒571-8501 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および  
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 土生田 晴比古 (HABUTA, Haruhiko) [JP/JP]; 〒532-0022 大阪府大阪市淀川区野中南1丁目4-40-741 Osaka (JP). 長田 憲一 (NAGATA, Ken'ichi) [JP/JP]; 〒663-8021 兵庫県西宮市上之町12-7 Hyogo (JP). 坂上 嘉孝 (SAKAUE, Yoshitaka) [JP/JP]; 〒573-0075 大阪府枚方市東香里3-36-21 Osaka (JP). 草田 英夫 (KUSADA, Hideo) [JP/JP]; 〒536-0016 大阪府大阪市城東区蒲生4丁目12-2 Osaka (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人池内・佐藤アンドパートナーズ (IKEUCHI SATO PARTNER PATENT ATTORNEYS); 〒530-6026 大阪府大阪市北区天満橋1丁目8番30号 OAPタワー26階 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KR, KZ, LC, LK, LR, LS,

[続葉有]

(54) Title: OPTICAL INFORMATION RECORDING MEDIUM AND MANUFACTURING METHOD THEREOF

(54) 発明の名称: 光学的情報記録媒体及びその製造方法



(57) Abstract: An optical information recording medium includes a plurality of information layers arranged on a substrate and optical separation layer, each arranged between the adjacent information layers. Information is recorded or reproduced by applying a laser beam. The information layer arranged at the outermost position of the laser beam incident side among the plurality of information layers is referred to as a first information layer and the optical separation layer arranged in contact with the first information layer is referred to as a first optical separation layer. The first information layer includes a recording layer, a transmittance adjustment layer for adjusting the transmittance of the first information layer, and a low refractive index layer arranged between the transmittance adjustment layer and the first optical separation layer.

(57) 要約: 本発明の光学的情報記録媒体には、基板上に設けられた複数の情報層と、互いに隣接する情報層間に配置された光学分離層とが含まれており、レーザービームの照射により情報の記録または再生が行なわれる。複数の情報層のうち最もレーザービーム入射側に配置された情報層を第1の情報層とし、第1の情報層に接して配置された光学分離層を第1の光学分離層とすると、第1の情報層には、記録層と、第1の情報層の透過率を調整する透過率調整層と、透過率調整層と第1の光学分離層との間に配置された低屈折率層とが含まれている。



LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI,  
NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG,  
SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,  
VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ,  
SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM,  
AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許  
(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,  
GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),

OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,  
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される  
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語  
のガイダンスノート」を参照。

## 明 細 書

## 光学的情報記録媒体及びその製造方法

## 技術分野

本発明は、レーザビーム等の照射により、複数設けられた情報層に対して光学的に情報を記録、消去、書き換え、再生できる多層構造の光学的情報記録媒体とその製造方法とに関する。

## 背景技術

書き換え可能な媒体として用いられる相変化型の光学的情報記録媒体とは、結晶相と非晶質相との間で可逆的に相変化を起こす記録層を利用して、情報の記録、消去及び書き換えを行うものである。このような記録層に高パワーのレーザビームを照射した後で急冷すると、照射された部分が非晶質相となる。また、記録層の非晶質部分に低パワーのレーザビームを照射した後に徐冷すると、照射された部分が結晶相となる。したがって、相変化型の光学的情報記録媒体では、高パワーレベルと低パワーレベルとの間でパワーを変調させたレーザビームを記録層に照射することによって、記録層を非晶質相または結晶相に自由に変化させることができる。このような光学的情報記録媒体では、非晶質相における反射率と結晶相における反射率との差を利用して情報の記録が行われる。

近年、光学的情報記録媒体の記録密度を向上させるために、さまざまな技術が研究されている。例えば、比較的波長の短い青紫色レーザビームを使用してより小さい記録マークを記録する技術や、レーザビーム入射側に配置された基板を薄くするとともに開口数（NA）が大きいレンズを使用してより小さい記録マークを記録する技術等が研究されている。また、記録層を含む情報層が二つ設けられ、片側から入射したレーザ

ビームを用いて二つの情報層それぞれに対して記録・再生を行う技術も研究されている（例えば、特開 2 0 0 0 - 3 6 1 3 0 号公報参照）。

図 4 には、二つの情報層が設けられた従来の光学的情報記録媒体の構成例が示されている。従来の光学的情報記録媒体 1 0 1 には、第 1 の基板 1 0 2 と第 2 の基板 1 0 6 との間に、レーザビーム入射側から順に、第 1 の情報層 1 0 3、光学分離層 1 0 4 及び第 2 の情報層 1 0 5 が設けられている。第 1 の情報層 1 0 2 には、レーザビーム入射側から順に、保護層 1 0 3 1、記録層 1 0 3 2、保護層 1 0 3 3、反射層 1 0 3 4 及び透過率調整層 1 0 3 5 が配置されている。

10      このように、片側から照射されるレーザビームにより二つの情報層に対してそれぞれ記録・再生が行なわれる光学的情報記録媒体 1 0 1 では、レーザビーム入射側に配置されている第 1 の情報層 1 0 3 を透過したレーザビームを用いて、レーザビーム入射側と反対側に配置された第 2 の情報層 1 0 5 の記録再生が行われる。

15      このような光学的情報記録媒体 1 0 1 に記録・再生を行うためには、第 1 の情報層 1 0 3 はできるだけ高い透過率を有することが好ましい。そこで、第 1 の情報層 1 0 3 には、透過率を高くするために高屈折率誘電体材料からなる透過率調整層 1 0 3 5 が反射層 1 0 3 4 に接して設けられている。高屈折率誘電体材料としては、例えば  $TiO_2$ 、 $Nb_2O_5$  及びそれらを含む材料等が挙げられる。

20      以上のような透過率調整層 1 0 3 5 を備えた光学的情報記録媒体 1 0 1 は、成膜しやすさの観点から、一般的に下記の工程順に作製される。

- (a) 第 2 の基板 1 0 6 上に第 2 の情報層 1 0 5 を形成する工程
- (b) 第 2 の情報層 1 0 5 上に光学分離層 1 0 4 を形成する工程
- 25      (c) 光学分離層 1 0 4 上に第 1 の情報層 1 0 3 を形成する工程
- (d) 第 1 の情報層 1 0 3 上に第 1 の基板 1 0 2 を接着する工程

すなわち、従来の光学的情報記録媒体 101 では、(c) の光学分離層 104 上に第 1 の情報層 103 を形成する際、光学分離層 104 の上にまず高屈折率誘電体材料を用いて透過率調整層 1035 を成膜する。

しかしながら、発明者らが、複数の成膜室を有する枚葉式成膜装置で透過率調整層 1035 を作製したところ、高屈折率誘電体材料を用いて第一の成膜室で透過率調整層 1035 を成膜する場合、高屈折率誘電体材料が成膜雰囲気非常に敏感であるため、基材（第 2 の基板 106 上に第 2 の情報層 105 及び光学分離層 104 が形成された状態のもの）が含んでいる水分等の影響を受けて成膜レートにばらつきが生じやすいことが明らかになった。この問題を解決する目的で成膜室に基材を投入する最初の部屋であるロードロック室の真空引きを長時間にすると、この成膜レートのばらつきを抑えることができるが、生産性の観点から見ると、真空引きの時間を長くして結果的に成膜タクトが長くなるので好ましくない。

15

#### 発明の開示

本発明の光学的情報記録媒体は、基板と、前記基板上に設けられた複数の情報層と、互いに隣接する情報層間に設けられた光学分離層と、を含み、レーザビームの照射により情報の記録または再生が行なわれる光学的情報記録媒体であって、前記複数の情報層のうち最もレーザビーム入射側に配置された情報層を第 1 の情報層とし、前記第 1 の情報層に接して配置された光学分離層を第 1 の光学分離層とすると、前記第 1 の情報層は、光学的に互いに異なる二つの状態間を変化しうる記録層と、前記第 1 の情報層の透過率を調整する透過率調整層と、前記透過率調整層と前記第 1 の光学分離層との間に配置された低屈折率層と、を含むことを特徴としている。

本発明の光学的情報記録媒体の製造方法は、光学分離層を介して互いに積層された第 1 の情報層及び第 2 の情報層を少なくとも含む光学的情報記録媒体の製造方法であって、

- (a) 前記第 2 の情報層を形成する工程と、
  - 5 (b) 前記第 2 の情報層上に前記光学分離層を形成する工程と、
  - (c) 前記光学分離層上に第 1 の情報層を形成する工程と、
- を含み、前記 (c) の工程には、前記光学分離層上に低屈折率層を形成する工程と、前記低屈折率層上に透過率調整層を形成する工程と、記録層を形成する工程と、が含まれることを特徴としている。

10

#### 図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の光学的情報記録媒体の一実施形態を示す断面図である。

- 図 2 は、図 1 に示す光学的情報記録媒体の構成をより詳細に示す断面  
15 図である。

図 3 は、本発明の光学的情報記録媒体に対して情報の記録再生を行う記録再生装置の一部構成を概略的に示す説明図である。

図 4 は、二層の情報層を含む従来の光学的情報記録媒体の構成例を示す断面図である。

20

#### 発明を実施するための最良の形態

- 本発明の光学的情報記録媒体は、最もレーザービーム入射側に配置されている第 1 の情報層において、透過率調整層と第 1 の光学分離層との間に低屈折率層が設けられている。したがって、透過率調整層の成膜レー  
25 トのばらつきを抑制できるので、透過率調整層の安定成膜が可能となる。これにより、複数の情報層を有しながらも記録感度が良好で、十分な

C/N比の得られる光学的情報記録媒体が提供できる。

本発明の光学的情報記録媒体においては、前記レーザビームに対する前記低屈折率層の屈折率を $n_1$ 、前記第1の光学分離層の屈折率を $n_4$ とすると、 $n_1$ 及び $n_4$ が、

5  $|n_1 - n_4| \leq 0.5$

の関係を満たすことが好ましく、

$$|n_1 - n_4| \leq 0.1$$

の関係を満たすことがより好ましい。良好な反射率特性が得られるからである。

- 10 本発明の光学的情報記録媒体においては、前記第1の情報層に含まれる前記記録層が、結晶状態と非晶質状態との間を変化しうる材料にて形成されており、前記記録層が結晶状態であるときの前記レーザビームに対する前記第1の情報層の透過率を $T_{c1}$ (%)、前記記録層が非晶質状態であるときの前記レーザビームに対する前記第1の情報層の透過率
- 15 を $T_{a1}$ (%)とすると、 $T_{c1}$ 及び $T_{a1}$ が、

$$40 < T_{c1} \quad \text{且つ} \quad 40 < T_{a1}$$

の関係を満たすことが好ましい。レーザビーム入射側から見て第1の情報層よりも奥側に配置された情報層に、十分な光量のレーザビームを到達させることができるからである。

- 20 本発明の光学的情報記録媒体においては、前記第1の情報層が、前記記録層と前記透過率調整層との間に配置された反射層をさらに含み、前記レーザビームに対する前記透過率調整層の屈折率を $n_2$ 、消衰係数を $k_2$ とし、前記レーザビームに対する前記反射層の屈折率を $n_3$ 、消衰係数を $k_3$ とすると、

25  $1.0 \leq (n_2 - n_3) \leq 3.0$

及び

$$1. \quad 0 \leq (k_3 - k_2) \leq 4.0$$

のうち少なくとも何れか一方の関係が成立することが好ましい。反射層に対して屈折率が大きく、且つ消衰係数が小さい透過率調整層に光が閉じ込められて、光の干渉効果が大きくなるため、第1の情報層の透過率  
5 を高めることができるからである。

本発明の光学的情報記録媒体においては、前記低屈折率層は、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{LaF}_3$ 、 $\text{ZrSiO}_4$ 及び $\text{ZrO}_2$ から選ばれる少なくとも一つを含むことが好ましい。これらの材料は、一般的に光学分離層  
10 に用いられる材料との屈折率差が小さく、且つ安定な材料だからである。

本発明の光学的情報記録媒体においては、前記低屈折率層の膜厚が1 nm以上25 nm以下であることが好ましい。低屈折率層を形成することによる全体の成膜タクトの低下を抑制できるからである。

本発明の光学的情報記録媒体の製造方法によれば、光学分離層上に低  
15 屈折率層を形成してから透過率調整層を形成するので、透過率調整層の成膜レートのはらつきが抑制され、透過率調整層の安定成膜が可能となる。これにより、複数の情報層を有しながらも記録感度が良好で、十分なC/N比の得られる光学的情報記録媒体を作製できる。

本発明の光学的情報記録媒体の製造方法においては、情報の記録また  
20 は再生の際に用いられるレーザビームに対し、前記(c)の工程にて形成される前記低屈折率層の屈折率を $n_1$ 、前記光学分離層の屈折率を $n_4$ とすると、 $n_1$ 及び $n_4$ が、

$$|n_1 - n_4| \leq 0.5$$

の関係を満たすように、前記低屈折率層及び光学分離層が形成されることが好ましい。良好な反射率特性を有する光学的情報記録媒体が作製  
25 できるからである。



本発明の光学的情報記録媒体の製造方法においては、前記（c）の工程において、前記低屈折率層は、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{LaF}_3$ 、 $\text{ZrSiO}_4$ 及び $\text{ZrO}_2$ から選ばれる少なくとも一つを含む材料にて形成されることが好ましい。これらの材料は、一般的に光学分離層に用いられる材料との屈折率差が小さく、且つ安定な材料だからである。

本発明の光学的情報記録媒体の製造方法においては、前記（c）の工程において、前記低屈折率層は、1 nm以上25 nm以下の膜厚に形成されることが好ましい。低屈折率層を形成することによる全体の成膜タクトの低下を抑制できるからである。

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら具体的に説明する。なお、本発明はこれらの図面によって限定されるものではない。

#### （実施の形態1）

本発明の光学的情報記録媒体の一実施形態について説明する。なお、本発明の光学的情報記録媒体は光学分離層によって互いに分離された複数の情報層を含む記録媒体であるが、本実施の形態では、一例として、二つの情報層を含む光学的情報記録媒体について説明する。

図1は、本実施の形態に係るディスク形状の光学的情報記録媒体1（以下、光ディスク1と記載する。）について、積層構成の概略を示す半径方向の断面図である。図1に示すように、光ディスク1には、第1の基板11、第1の情報層12、光学分離層（第1の光学分離層）13、第2の情報層14及び第2の基板15がこの順に積層されている。光学分離層13を介して積層された二つの情報層12、14は、それぞれ記録層（図示せず。）を含んでおり、情報はこれら二つの情報層12、14に記録される。

図2には、光ディスク1における第1の情報層12及び第2の情報層

1 4の具体的な構成例が示されている。光ディスク1には、情報の記録または再生に用いられるレーザビーム2が第1の基板11側から入射する。第1の情報層12は、レーザビーム2の入射側から、下側保護層121、下側界面層122、記録層123、上側保護層124、反射層125、透過率調整層126及び低屈折率層127が順次積層されて形成されている。第2の情報層14は、レーザビーム入射側から、下側保護層141、記録層142、上側保護層143及び反射層144が順次積層されて形成されている。なお、界面層及び保護層の名称において、下側とは、記録層に対してレーザビーム2の入射側に配置されていることを意味し、上側とは、記録層に対してレーザビーム2の入射側とは反対側に配置されていることを意味する。また、第1の情報層12及び第2の情報層14に含まれる各層の形成方法としては、通常、電子ビーム蒸着法、スパッタリング法、CVD (Chemical Vapor Deposition) 法、レーザスパッタリング法等が適用される。

以下に、光ディスク1に含まれる各層について、詳細に説明する。

光学分離層13及び第1の基板11の材料には、光硬化型樹脂（特に紫外線硬化型樹脂）や遅効性熱硬化型樹脂等の樹脂等が使用可能である。光学分離層13及び第1の基板11は、複数の樹脂を積層させることにより形成することもできる。また、光学分離層13及び第1の基板11の材料としては、使用するレーザビーム2に対して光吸収が小さいことが好ましく、短波長域において光学的に複屈折率が小さいことが好ましい。また、第1の基板11には、透明で円盤状のポリカーボネート、アモルファスポリオレフィンまたはポリメチルメタクリレート (PMMA) 等の樹脂、あるいはガラスを用いてもよい。この場合、第1の基板11は、光硬化型樹脂（特に紫外線硬化型樹脂）や遅効性熱硬化型樹脂等の樹脂によって、第1の情報層12の下側保護層121に貼り合わせ

ることにより形成できる。

第2の基板15は、円盤状の基板である。第2の基板15には、例えば、ポリカーボネート、アモルファスポリオレフィンまたはPMMA等の樹脂、あるいはガラスを用いることができる。第2の基板15における第2の情報層14側の表面には、必要に応じてレーザビーム2を導くための案内溝が形成されていてもよい。また、第2の基板15において、第2の情報層14側と反対側の表面は、平滑であることが好ましい。第2の基板15の材料としては、転写性・量産性に優れ、低コストであることから、ポリカーボネートが特に有用である。なお、第2の基板15の厚さは、十分な強度を有し、且つ光ディスク1の厚さが1200  $\mu\text{m}$ 程度となるよう、400  $\mu\text{m}$ ～1300  $\mu\text{m}$ の範囲内であることが好ましい。なお、第1の基板11の厚さが600  $\mu\text{m}$ 程度（NA=0.6にて良好な記録再生が可能な厚さ。）の場合、第2の基板15の厚さは550  $\mu\text{m}$ ～650  $\mu\text{m}$ の範囲内であることが好ましい。また、第1の基板11の厚さが100  $\mu\text{m}$ 程度（NA=0.85にて良好な記録再生が可能な厚さ。）の場合、第2の基板15の厚さは1150  $\mu\text{m}$ ～1250  $\mu\text{m}$ の範囲内であることが好ましい。

以上のような構成によれば、片側からのレーザビーム2の照射であっても、第1の情報層12を透過したレーザビーム2によって第2の情報層14に記録再生することができる。

なお、第1の情報層12及び第2の情報層14のいずれかを、再生専用型の情報層（ROM（Read Only Memory））、あるいは1回のみ書き込み可能な追記型の情報層（WO（Write Once））としてもよい。

レーザビーム2の波長 $\lambda$ は、レーザビーム2を集光した際のスポット径が波長 $\lambda$ によって決定される（波長 $\lambda$ が短いほど、より小さなスポット径に集光可能となる。）。このため、高密度記録の場合、特に450 nm

m以下であることが好ましい。また、波長 $\lambda$ が350nm未満の場合、光学分離層13や第1の基板11等による光吸収が大きくなってしまう。これらの理由から、波長 $\lambda$ は350nm～450nmの範囲内であることがより好ましい。

5 次に、第1の情報層12を構成する各層について詳細に説明する。

下側保護層121は、誘電体材料にて形成される。下側保護層121は、記録層123の酸化、腐食、変形を防止する働きと、光学距離を調整して記録層123の光吸収効率を高める働きと、記録前後の反射光量の変化を大きくして信号振幅を大きくする働きと、を有する。下側保護層121には、例えば、 $\text{SiO}_x$ （ただし、 $x$ は0.5～2.5）、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{Te-O}$ 等の酸化物を用いることができる。また、 $\text{C-N}$ 、 $\text{Si-N}$ 、 $\text{Al-N}$ 、 $\text{Ti-N}$ 、 $\text{Ta-N}$ 、 $\text{Zr-N}$ 、 $\text{Ge-N}$ 、 $\text{Cr-N}$ 、 $\text{Ge-Si-N}$ 、 $\text{Ge-Cr-N}$ 等の窒化物を用いることもできる。また、 $\text{ZnS}$ 等の硫化物や $\text{SiC}$ 等の炭化物を用いることもできる。また、上記材料の混合物を用いることもできる。例えば、 $\text{ZnS}$ と $\text{SiO}_2$ との混合物である $\text{ZnS-SiO}_2$ は、下側保護層121の材料として特に優れている。 $\text{ZnS-SiO}_2$ は、非晶質材料で、屈折率が高く、成膜速度が速く、さらに機械特性及び耐湿性が良好だからである。

20 下側保護層121の膜厚は、マトリクス法（例えば、久保田広著「波動光学」岩波書店、1971年、第3章を参照。）に基づく計算により、記録層123が結晶相である場合とそれが非晶質相である場合との間で反射光量の変化が大きく、且つ第1の情報層12の透過率が大きくなる条件を満足するように厳密に決定することができる。

25 上側保護層124は、光学距離を調整して記録層123の光吸収率を高める働きと、記録前後の反射光量の変化を大きくして信号振幅を大き

くする働きと、を有する。上側保護層 1 2 4 には、例えば、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Bi}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{ZnO}$ 等の酸化物を用いることができる。また、 $\text{C-N}$ 、 $\text{Si-N}$ 、 $\text{Al-N}$ 、 $\text{Ti-N}$ 、 $\text{Ta-N}$ 、 $\text{Zr-N}$ 、 $\text{Ge-N}$ 、 $\text{Cr-N}$ 、 $\text{Ge-Si-N}$ 、 $\text{Ge-Cr-N}$ 、 $\text{Nb-N}$ 等の窒化物を用いることもできる。また、 $\text{ZnS}$ 等の硫化物、 $\text{SiC}$ 等の炭化物または $\text{C}$ を用いることもできる。また、上記材料の混合物を用いることもできる。上記保護層 1 2 4 に窒化物を用いる場合、上側保護層 1 2 4 は記録層 1 2 3 の結晶化を促進する働きも有する。この場合、 $\text{Ge-N}$ を含む材料は反応性スパッタリングで形成しやすく、機械特性・耐湿性に優れているため好ましい。さらにこの中でも、特に $\text{Ge-Si-N}$ 、 $\text{Ge-Cr-N}$ といった複合窒化物が好ましい。また、 $\text{ZnS}$ と $\text{SiO}_2$ との混合物である $\text{ZnS-SiO}_2$ も、非晶質材料で、屈折率が高く、成膜速度が速く、機械特性及び耐湿性が良好であるため、上側保護層 1 2 4 としても優れた材料である。

上側保護層 1 2 4 の膜厚  $d_5$  は、上側保護層 1 2 4 の屈折率を  $n_5$  とした時、 $(1/64)\lambda/n_5 \leq d_5 \leq (1/4)\lambda/n_5$  の範囲内であることが好ましく、 $(1/64)\lambda/n_5 \leq d_5 \leq (1/8)\lambda/n_5$  の範囲内であることがより好ましい。なお、例えば、レーザビーム 2 の波長  $\lambda$  と上側保護層 1 2 4 の屈折率  $n_5$  とを  $350\text{ nm} \leq \lambda \leq 450\text{ nm}$ 、 $1.5 \leq n_5 \leq 3.0$  とすると、膜厚  $d_5$  は、 $2\text{ nm} \leq d_5 \leq 75\text{ nm}$  の範囲内であることが好ましく、 $2\text{ nm} \leq d_5 \leq 40\text{ nm}$  の範囲内であることがより好ましいことになる。膜厚  $d_5$  をこの範囲内で選ぶことによって、記録層 1 2 3 で発生した熱を効果的に反射層 1 2 5 側に拡散させることができる。

透過率調整層 1 2 6 は誘電体材料からなり、第 1 の情報層 1 2 の透過

率を調整する機能を有する。この透過率調整層 1 2 6 によって、記録層 1 2 3 が結晶相である場合の第 1 の情報層 1 2 の透過率  $T_c$  (%) と記録層 1 2 3 が非晶質相である場合の第 1 の情報層 1 2 の透過率  $T_a$  (%) とを共に高くすることができる。具体的には、透過率調整層 1 2 6 を備える第 1 の情報層 1 2 では、透過率調整層 1 2 6 がいない場合に比べて、2 % ~ 10 % 程度透過率が上昇する。また、透過率調整層 1 2 6 は、記録層 1 2 3 で発生した熱を効果的に拡散させる機能も有する。

透過率調整層 1 2 6 の屈折率  $n_2$  及び消衰係数  $k_2$  は、第 1 の情報層 1 2 の透過率  $T_c$  及び  $T_a$  を高める作用をより大きくするため、 $2.0 \leq n_2$ 、且つ  $k_2 \leq 0.1$  を満たすことが好ましく、 $2.0 \leq n_2 \leq 3.0$ 、且つ  $k_2 \leq 0.05$  を満たすことがより好ましい。

透過率調整層 1 2 6 の膜厚  $d_2$  は、 $(1/32) \lambda / n_2 \leq d_2 \leq (3/16) \lambda / n_2$  または  $(17/32) \lambda / n_2 \leq d_2 \leq (11/16) \lambda / n_2$  の範囲内であることが好ましく、 $(1/16) \lambda / n_2 \leq d_2 \leq (5/32) \lambda / n_2$  または  $(9/16) \lambda / n_2 \leq d_2 \leq (21/32) \lambda / n_2$  の範囲内であることがより好ましい。なお、例えば、レーザビーム 2 の波長  $\lambda$  と透過率調整層 1 2 6 の屈折率  $n_2$  とを  $350 \text{ nm} \leq \lambda \leq 450 \text{ nm}$ 、 $2.0 \leq n_2 \leq 3.0$  とすると、膜厚  $d_2$  は  $3 \text{ nm} \leq d_2 \leq 40 \text{ nm}$  または  $60 \text{ nm} \leq d_2 \leq 130 \text{ nm}$  の範囲内であることが好ましく、 $7 \text{ nm} \leq d_2 \leq 30 \text{ nm}$  または  $65 \text{ nm} \leq d_2 \leq 120 \text{ nm}$  の範囲内であることがより好ましいことになる。膜厚  $d_2$  をこの範囲内で選ぶことによって、第 1 の情報層 1 2 の透過率  $T_c$  及び  $T_a$  を共に高くすることができる。

透過率調整層 1 2 6 には、例えば  $\text{TiO}_2$ 、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Bi}_2\text{O}_3$  等の酸化物を用いることができる。また、 $\text{Ti-N}$ 、 $\text{Zr-N}$ 、 $\text{Nb-N}$ 、 $\text{Ta-N}$ 、 $\text{Si-N}$ 、 $\text{Ge-N}$ 、 $\text{Cr-N}$

N、Al-N、Ge-Si-N、Ge-Cr-N等の窒化物を用いることもできる。また、ZnS等の硫化物を用いることもできる。また、上記材料の混合物を用いることもできる。これらの中でも、特にTiO<sub>2</sub>及びTiO<sub>2</sub>を主成分とする材料を用いることが好ましい。これらの材料は屈折率が大きく( $n_2 = 2.5 \sim 2.8$ )、消衰係数も小さい( $k_2 = 0.0 \sim 0.05$ )ため、第1の情報層12の透過率を高める作用が大きくなる。また、透過率調整層126には、さらに、SiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、等の酸化物が含まれていてもよい。

低屈折率層127は誘電体からなり、透過率調整層126を成膜する際に、透過率調整層126の成膜がなされる基材（透過率調整層126が成膜される前の状態のもの）に吸着している水分が成膜室へ混入するのを防ぐ機能を有する。高屈折率誘電体材料からなる透過率調整層126をスパッタリングにて形成する際、この高屈折率誘電体材料は成膜雰囲気非常に敏感である。このため、低屈折率層127が設けられていない場合には、光学分離層13が含んでいる水分等の影響を受けて成膜レートにばらつきが生じやすいが、本実施の形態のように低屈折率層127を設けることにより、成膜レートのばらつきを抑制できる。

なお、低屈折率層127の光学的な役割は必要ないので、低屈折率層127の屈折率 $n_1$ は、接する光学分離層13の屈折率 $n_4$ との差が小さいことが好ましく、 $|n_1 - n_4| \leq 0.5$ を満たすことが好ましい。さらに、十分な膜厚の低屈折率層127を設けるためには、屈折率差がより小さい $|n_1 - n_4| \leq 0.1$ を満たすことがより好ましい。

枚葉式成膜装置では、成膜時間が最も長い部屋に律速して全体の成膜タクトが決定される。低屈折率層127の膜厚 $d_1$ は、全体の成膜タクトを低下させないために1nm以上25nm以下の範囲内であることが好ましく、5nm以上15nm以下の範囲内であることがより好ましい

。膜厚  $d_1$  をこの範囲内で選ぶことによって、成膜タクトを低屈折率層 1 2 7 に律速させることなく、透過率調整層 1 2 6 成膜時に基材からの酸素が成膜室雰囲気に影響を与えるのを防ぐのに有効な低屈折率層 1 2 7 を設けることができる。

- 5 低屈折率層 1 2 7 には、例えば  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{LaF}_3$ 、 $\text{ZrSiO}_4$  または  $\text{ZrO}_2$  等を用いることができる。また、上記材料の混合物を用いることもできる。これらの中でも、特に  $\text{SiO}_2$  及び  $\text{SiO}_2$  を含む材料を用いることが好ましい。これらの材料は屈折率が 1.4 ~ 1.6 であり、一般的に光学分離層 1 3 に用いられる材料の屈折率と大きな  
10 差がなく、且つ安定な材料であるため、低屈折率層 1 2 7 の材料として適している。

- 下側界面層 1 2 2 は、繰り返し記録によって下側保護層 1 2 1 と記録層 1 2 3 との間で生じる物質移動を防止する働きを有する。下側界面層 1 2 2 には、例えば  $\text{C}-\text{N}$ 、 $\text{Ti}-\text{N}$ 、 $\text{Zr}-\text{N}$ 、 $\text{Nb}-\text{N}$ 、 $\text{Ta}-\text{N}$   
15 、 $\text{Si}-\text{N}$ 、 $\text{Ge}-\text{N}$ 、 $\text{Cr}-\text{N}$ 、 $\text{Al}-\text{N}$ 、 $\text{Ge}-\text{Si}-\text{N}$ 、 $\text{Ge}-\text{Cr}-\text{N}$  等の窒化物、 $\text{Cr}_2\text{O}_3$  等の酸化物、もしくはこれらの系を含む窒化酸化物を用いることができる。また、 $\text{C}$  を用いることもできる。これらの中でも、 $\text{Ge}-\text{N}$  を含む材料は反応性スパッタリングで形成しやすく、機械特性・耐湿性に優れた界面層である。この中でも、特に  $\text{Ge}-\text{Si}-\text{N}$ 、 $\text{Ge}-\text{Cr}-\text{N}$  といった複合窒化物が好ましい。界面層が  
20 厚いと、第 1 の情報層 1 2 の反射率や吸収率が大きく変化して記録・消去性能に影響を与える。従って、界面層の膜厚は 1 nm ~ 10 nm の範囲内であることが望ましく、2 nm ~ 5 nm の範囲内にあることがより好ましい。

- 25 記録層 1 2 3 と上側保護層 1 2 4 との間の界面にさらに上側界面層を配置してもよい。この場合、上側界面層には、下側界面層 1 2 2 につい



て説明した材料を用いることができる。また、下側界面層 1 2 2 と同様の理由により、膜厚は 1 nm ~ 1 0 nm (より好ましくは 2 nm ~ 5 nm) の範囲内であることが好ましい。

上側保護層 1 2 4 と反射層 1 2 5 との間、及び反射層 1 2 5 と透過率調整層 1 2 6 との間には、界面層を配置してもよい。これらの界面層は、特に、高温高湿の環境下や記録時における、上側保護層 1 2 4 と反射層 1 2 5 との間、及び反射層 1 2 5 と透過率調整層 1 2 6 との間の物質移動を防止する働きがある。この場合、界面層には、下側界面層 1 2 2 について説明した材料を用いることができる。また、下側界面層 1 2 2 と同様の理由により、膜厚は 1 nm ~ 1 0 nm (より好ましくは 2 nm ~ 5 nm) の範囲内であることが好ましい。

記録層 1 2 3 は結晶状態と非晶質状態との間で変化しうる物質 (相変化材料) を含んでいればよく、例えば Te、In または Se 等を主成分として含む相変化材料にて形成できる。よく知られた相変化材料の主成分としては、Te-Sb-Ge、Te-Ge、Te-Ge-Sn、Te-Ge-Sn-Au、Sb-Se、Sb-Te、Sb-Se-Te、In-Te、In-Se、In-Se-Tl、In-Sb、In-Sb-Se、In-Se-Te 等があげられる。中でも、記録消去の繰り返し特性が良好な材料及びその材料組成を実験によって調べたところ、Ge、Sb、Te の 3 元素系を主成分とした材料が好ましいことがわかった。また、それぞれの元素の原子量比を  $Ge_x Sb_y Te_z$  と表すと、 $0.1 \leq x \leq 0.6$ 、 $y \leq 0.5$ 、 $0.4 \leq z \leq 0.65$  (ただし、 $x + y + z = 1$ ) で表される組成が特に優れていることもわかった。

本実施の形態の光ディスク 1 では、記録層 1 2 3 の膜厚は、記録再生の際に必要なレーザ光量を第 2 の情報層 1 4 に到達させるため、なるべく薄くして第 1 の情報層 1 2 の透過率を高くする必要がある。記録層 1

2 3 の膜厚は 3 nm ~ 9 nm の範囲内であることが好ましく、4 nm ~ 8 nm の範囲内であることが好ましい。

反射層 1 2 5 は、記録層 1 2 3 に吸収される光量を増大させるという光学的な機能を有する。また、反射層 1 2 5 は、記録層 1 2 3 で生じた熱を速やかに拡散させ、記録層 1 2 3 を非晶質化しやすくするという熱的な機能も有する。さらに、反射層 1 2 5 は、使用する環境から多層膜を保護するという機能も有する。

反射層 1 2 5 の材料には、例えば、Ag、Au、Cu または Al 等の熱伝導率の高い単体金属を用いることができる。また、これらの金属元素の 1 つまたは複数を主成分とし、耐湿性の向上または熱伝導率の調整等のために 1 つまたは複数の他の元素を添加した合金を用いることができる。具体的には、Al - Cr、Al - Ti、Au - Pd、Au - Cr、Ag - Pd、Ag - Pd - Cu、Ag - Pd - Ti、Ag - Ru - Au、または Cu - Si といった合金を用いることができる。特に Ag 合金は、熱伝導率が大きく、光の透過率も高いため、反射層 1 2 5 の材料として好ましい。

反射層 1 2 5 の屈折率  $n_3$  及び消衰係数  $k_3$  は、第 1 の情報層 1 2 の透過率をより高くするため、 $n_3 \leq 2.0$ 、且つ  $1.0 \leq k_3$  を満たすことが好ましく、 $0.1 \leq n_3 \leq 1.0$ 、且つ  $1.5 \leq k_3 \leq 4.0$  を満たすことがより好ましい。

第 1 の情報層 1 2 の透過率  $T_c$  及び  $T_a$  をできるだけ高くするため、反射層 1 2 5 の膜厚  $d_3$  は 3 nm ~ 15 nm の範囲内であることが好ましく、8 nm ~ 12 nm の範囲内であることがより好ましい。反射層 1 2 5 の膜厚  $d_3$  を 3 nm 以上とすることにより、十分な熱拡散機能が得られ、且つ第 1 の情報層 1 2 の十分な反射率が得られる。また、反射層 1 2 5 の膜厚  $d_3$  を 15 nm 以下とすることにより、第 1 の情報層 1 2

の十分な透過率が得られる。

透過率調整層 126 の屈折率  $n_2$ 、消衰係数  $k_2$  と、反射層 125 の屈折率  $n_3$ 、消衰係数  $k_3$  との間において、 $1.0 \leq (n_2 - n_3) \leq 3.0$  または  $1.0 \leq (k_3 - k_2) \leq 4.0$  を満たすことが好ましく、  
5、 $2.0 \leq (n_2 - n_3) \leq 3.0$  または  $1.5 \leq (k_3 - k_2) \leq 3.0$  を満たすことがより好ましい。この関係を満たす場合には、反射層 125 に対して屈折率が大きく、且つ消衰係数が小さい透過率調整層 126 に光が閉じ込められて、光の干渉効果が大きくなるため、第 1 の情報層 12 の透過率を高めることができる。例えば、透過率調整層 126 と  
10 して  $\text{TiO}_2$ 、反射層 125 として Ag 合金を用いた場合、波長 405 nm において、 $n_2 = 2.7$ 、 $k_2 = 0.0$ 、 $n_3 = 0.2$ 、 $k_3 = 2.0$  であり、 $(n_2 - n_3) = 2.5$ 、 $(k_3 - k_2) = 2.0$  となり、上記関係を満たすことができる。

光学分離層 13 は、第 1 の情報層 12 と第 2 の情報層 14 とを光学的  
15 に分離する機能に加え、第 1 の情報層 12 のフォーカス位置を区別する機能も有している。光学分離層 13 の厚さは、対物レンズの開口数 NA とレーザビーム 2 の波長  $\lambda$  によって決定される焦点深度  $\Delta Z$  以上であることが必要である。焦光点の強度の基準を無収差の場合の 80% を仮定した場合、 $\Delta Z$  は  $\Delta Z = \lambda / \{2 (NA)^2\}$  で近似できる。 $\lambda = 40$   
20 0 nm、 $NA = 0.6$  の時、 $\Delta Z = 0.556 \mu\text{m}$  となり、 $\pm 0.6 \mu\text{m}$  以内は焦点深度内となる。そのため、この場合には、光学分離層 13 の厚さは  $1.2 \mu\text{m}$  以上であることが必要である。第 1 の情報層 12、との間の距離は、対物レンズを用いてレーザビーム 2 を集光可能な範囲となるようにすることが望ましい。従って、光学分離層 13 の厚さの合計は、対物レンズが許容できる公差内（例えば  $50 \mu\text{m}$  以下）にすること  
25 が好ましい。

光学分離層 1 3 において、レーザビーム 2 の入射側の表面には、必要に応じてレーザビーム 2 を導くための案内溝が形成されていてもよい。

第 1 の情報層 1 2 の透過率  $T_c$  及び  $T_a$  は、記録再生の際に必要なレーザ光量を、レーザビーム 2 の入射側から見て第 1 の情報層 1 2 の反対側にある情報層に到達させるため、 $40 < T_{c1}$ 、且つ  $40 < T_{a1}$  を満たすことが好ましく、 $43 < T_{c1}$ 、且つ  $43 < T_{a1}$  を満たすことがより好ましい。

第 1 の情報層 1 2 の透過率  $T_c$  及び  $T_a$  は、 $-5 \leq (T_{c1} - T_{a1}) \leq 5$  を満たすことが好ましく、 $-3 \leq (T_{c1} - T_{a1}) \leq 3$  を満たすことがより好ましい。 $T_{c1}$ 、 $T_{a1}$  がこの条件を満たすことにより、第 2 の情報層 1 4 の記録再生の際、第 1 の情報層 1 2 の記録層 1 2 3 の状態による透過率の変化の影響が小さく、良好な記録再生特性が得られる。

第 1 の情報層 1 2 の反射率  $R_c$  及び  $R_a$  は、 $R_{a1} < R_{c1}$  を満たすことが好ましい。このことにより、情報が記録されていない初期の状態で反射率が高く、安定に記録再生動作を行うことができる。また、反射率差  $(R_{c1} - R_{a1})$  を大きくして良好な記録再生特性が得られるように、 $R_{c1}$ 、 $R_{a1}$  は、 $0.1 \leq R_{a1} \leq 5$  または  $4 \leq R_{c1} \leq 15$  を満たすことが好ましく、 $0.5 \leq R_{a1} \leq 3$  または  $4 \leq R_{c1} \leq 10$  を満たすことがより好ましい。

次に、第 2 の情報層 1 4 の構成について詳細に説明する。第 2 の情報層 1 4 は、レーザビーム 2 の入射側から順に配置された下側保護層 1 4 1、記録層 1 4 2、上側保護層 1 4 3 及び反射層 1 4 4 にて形成されている。第 2 の情報層 1 4 は、第 1 の基板 1 1、第 1 の情報層 1 2 及び光学分離層 1 3 を透過したレーザビーム 2 によって記録再生が行われる。

下側保護層 1 4 1 は、下側保護層 1 2 1 と同様に、誘電体材料にて形

成される。この下側保護層 141 は、記録層 142 の酸化、腐食、変形を防止する働きと、光学距離を調整して記録層 142 の光吸収効率を高める働きと、及び記録前後の反射光量の変化を大きくして信号振幅を大きくする働きと、を有する。下側保護層 141 には、例えば  $\text{SiO}_x$  ( $x$  は、0.5~2.5)、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{Te-O}$  等の酸化物を用いることができる。また、 $\text{C-N}$ 、 $\text{Si-N}$ 、 $\text{Al-N}$ 、 $\text{Ti-N}$ 、 $\text{Ta-N}$ 、 $\text{Zr-N}$ 、 $\text{Ge-N}$ 、 $\text{Cr-N}$ 、 $\text{Ge-Si-N}$ 、 $\text{Ge-Cr-N}$  等の窒化物を用いることもできる。また、 $\text{ZnS}$  等の硫化物や  $\text{SiC}$  等の炭化物を用いることもできる。また、上記材料の混合物を用いることもできる。下側保護層 121 の場合と同様に、 $\text{ZnS-SiO}_2$  は下側保護層 141 の材料として特に優れている。

下側保護層 141 の膜厚は、下側保護層 121 と同様に、例えばマトリクス法に基づく計算により、記録層 142 の結晶相である場合とそれが非晶質相である場合の反射光量の変化が大きく、且つ第 1 の情報層 12 の透過率が大きくなる条件を満足するように厳密に決定することができる。

上側保護層 143 には、上側保護層 124 の場合と同様に、光学距離を調整して記録層 142 の光吸収率を高める働きと、及び記録前後の反射光量の変化を大きくして信号振幅を大きくする働きと、を有する。上側保護層 143 には、上側保護層 124 の場合と同様に、例えば  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Bi}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{ZnO}$  等の酸化物を用いることができる。また、 $\text{C-N}$ 、 $\text{Si-N}$ 、 $\text{Al-N}$ 、 $\text{Ti-N}$ 、 $\text{Ta-N}$ 、 $\text{Zr-N}$ 、 $\text{Ge-N}$ 、 $\text{Cr-N}$ 、 $\text{Ge-Si-N}$ 、 $\text{Ge-Cr-N}$ 、 $\text{Nb-N}$  等の窒化物を用いることもできる。また、 $\text{ZnS}$  等の硫化物、 $\text{SiC}$  等の炭化物または  $\text{C}$  を用いることも

できる。また、上記材料の混合物を用いることもできる。上側保護層 1 4 3 に窒化物を用いる場合には、上側保護層 1 2 4 の場合と同様に、記録層 1 2 3 の結晶化を促進する働きがある。この場合、Ge-Nを含む材料は反応性スパッタリングで形成しやすく、機械特性・耐湿性に優れている。この中でも、特にGe-Si-N、Ge-Cr-Nといった複合窒化物が好ましい。また、ZnS-SiO<sub>2</sub>も、上側保護層 1 2 4 の場合と同様に、上側保護層 1 4 3 としても優れた材料である。

記録層 1 4 2 と上側保護層 1 4 3 との間、もしくは記録層 1 4 2 と下側保護層 1 4 1 との間の界面に界面層を配置してもよい。この場合、界面層には、下側界面層 1 2 2 について説明した材料を用いることができる。また、下側界面層 1 2 2 と同様の理由により、膜厚は1 nm～10 nm（より好ましくは2 nm～5 nm）の範囲内であることが好ましい。

本実施の形態における記録層 1 4 2 の材料は、記録層 1 2 3 の場合と同様に、レーザビーム 2 の照射によって結晶相と非晶質相との間で可逆的な相変化を起こす材料からなる。記録層 1 4 2 は、記録層 1 2 3 の場合と同様に、例えばTe、InまたはSe等を主成分とする相変化材料である。よく知られた相変化材料の主成分としては、Te-Sb-Ge、Te-Ge、Te-Ge-Sn、Te-Ge-Sn-Au、Sb-Se、Sb-Te、Sb-Se-Te、In-Te、In-Se、In-Se-Tl、In-Sb、In-Sb-Se、In-Se-Te等があげられる。なかでも記録消去の繰り返し特性が良好な材料及びその材料組成を実験によって調べたところ、Ge、Sb、Teの3元素系を主成分とした構成が好ましいことがわかった。それぞれの元素の原子量比をGe<sub>x</sub>Sb<sub>y</sub>Te<sub>z</sub>と表すと、0.1 ≤ x ≤ 0.6、y ≤ 0.5、0.4 ≤ z ≤ 0.65（ただし、x + y + z = 1）で表される組成が特に優れて

いる。

記録層 1 4 2 の膜厚は、第 2 の情報層 1 4 の記録感度を高くするため、6 nm ~ 20 nm の範囲内であることが好ましい。この範囲内においても、記録層 1 4 2 が厚い場合には熱の面内方向への拡散による隣接領域への熱的影響が大きくなり、記録層 1 4 2 が薄い場合には第 2 の情報層 1 4 の反射率が小さくなる。従って、記録層 1 4 2 の膜厚は、9 nm ~ 15 nm の範囲内であることがより好ましい。

反射層 1 4 4 は、反射層 1 2 5 の場合と同様に、記録層 1 4 2 に吸収される光量を増大させるという光学的な機能を有する。また、反射層 1 4 4 は、反射層 1 2 5 の場合と同様に、記録層 1 4 2 で生じた熱を速やかに拡散させ、記録層 1 4 2 を非晶質化し易くするという熱的な機能も有する。さらに、反射層 1 4 4 は、反射層 1 2 5 の場合と同様に、使用する環境から多層膜を保護するという機能も有する。

反射層 1 4 4 の材料には、反射層 1 2 5 の場合と同様に、例えば Ag、Au、Cu または Al 等熱伝導率の高い単体金属を用いることができる。具体的には、Al-Cr、Al-Ti、Au-Pd、Au-Cr、Ag-Pd、Ag-Pd-Cu、Ag-Pd-Ti、Ag-Ru-Au、または Cu-Si といった合金を用いることができる。特に Ag 合金は、熱伝導率が大きく、光の透過率も高いため、反射層 1 4 4 の材料として好ましい。第 2 の情報層 1 4 は、レーザビーム入射側からみて最も奥に位置する情報層である。従って、第 2 の情報層 1 4 は、高い透過率を必要としないため、反射層 1 4 4 の膜厚は、熱拡散機能が十分となる 30 nm 以上であることが好ましい。この範囲内においても、反射層 1 4 4 が 200 nm より厚い場合には、その熱拡散機能が大きくなりすぎて第 2 の情報層 1 4 の記録感度低下する。従って、反射層 1 4 4 の膜厚は、30 nm ~ 200 nm の範囲内であることが好ましい。

上側保護層 1 4 3 と反射層 1 4 4 との間の界面に金属層を配置してもよい。この場合、金属層には、反射層 1 4 4 について説明した材料を用いることができる。また、膜厚は 3 nm ~ 1 0 0 nm (より好ましくは 1 0 nm ~ 5 0 nm) の範囲内であることが好ましい。

## 5 (実施の形態 2)

本発明の光学的情報記録媒体の製造方法の一実施形態について説明する。本実施の形態においては、実施の形態 1 で説明した光ディスク 1 (図 2 参照。) を製造する方法について説明する。

まず、第 2 の基板 1 5 上に第 2 の情報層 1 4 を形成する。具体的には、  
10 、まず第 2 の基板 1 5 (厚さが例えば 1 1 0 0  $\mu$  m) を用意し、成膜装置内に配置する。

続いて、第 2 の基板 1 5 上に、反射層 1 4 4 を成膜する。反射層 1 4 4 は、A r ガス雰囲気中、または A r ガスと反応ガス (酸素ガス及び窒素ガスから選ばれる少なくとも一つのガス) との混合ガス雰囲気中で、  
15 反射層 1 4 4 を構成する元素を含むスパッタリングターゲットをスパッタリングすることによって形成できる。この時、第 2 の基板 1 5 にレーザビーム 2 を導くための案内溝が形成されている場合には、案内溝が形成された側の面に反射層 1 4 4 を成膜する。

続いて、反射層 1 4 4 上に、上側保護層 1 4 3 を成膜する。上側保護層 1 4 3 は、A r ガス雰囲気中、または A r ガスと反応ガスとの混合ガス雰囲気中で、上側保護層 1 4 3 を構成する元素を含むスパッタリングターゲットをスパッタリングすることによって形成できる。  
20

続いて、上側保護層 1 4 3 上に、記録層 1 4 2 を成膜する。また、必要に応じて、上側保護層 1 4 3 と記録層 1 4 2 の間に界面層を成膜する。  
25

記録層 1 4 2 は、その組成に応じて、T e、I n または S e 等を主成分



とする材料からなるスパッタリングターゲットを、一つの電源を用いて、スパッタリングすることによって形成できる。

スパッタリングの雰囲気ガス（スパッタリングガス）には、A r ガス、K r ガス、A r ガスと反応ガスとの混合ガス、またはK r ガスと反応  
5 ガスとの混合ガスを用いることができる。

実施の形態 1 で説明したように、記録層 1 4 2 の膜厚は 6 n m ~ 2 0 n m の範囲内であることが好ましく、9 n m ~ 1 5 n m の範囲内であることがより好ましい。記録層 1 4 2 の成膜レートは、電源の投入パワーで制御できる。成膜レートを下げすぎた場合には、成膜時間が長くなる  
10 ことに加え、雰囲気中のガスが必要以上に記録層中に混入してしまう。また、成膜レートを上げすぎた場合には、成膜時間を短くできるが、膜厚を正確に制御することが難しくなる。従って、記録層 1 4 2 の成膜レートは、0 . 1 n m / 秒 ~ 6 n m / 秒の範囲内であることが好ましい。

続いて、記録層 1 4 2 上に、下側保護層 1 4 1 を成膜する。下側保護  
15 層 1 4 1 は、A r ガス雰囲気中、またはA r ガスと反応ガスとの混合ガス雰囲気中で、下側保護層 1 4 1 を構成する元素を含むスパッタリングターゲットをスパッタリングすることによって形成できる。また、必要に応じて、記録層 1 4 2 と下側保護層 1 4 1 の間に界面層を成膜する。

このようにして、第 2 の情報層 1 4 を形成する。続いて、第 2 の情報  
20 層 1 4 の下側保護層 1 4 1 上に光学分離層 1 3 を形成する。光学分離層 1 3 は、光硬化型樹脂（特に紫外線硬化型樹脂）または遅効性熱硬化型樹脂を下側保護層 1 4 1 上に塗布してスピコートした後、樹脂を硬化させることによって形成できる。なお、光学分離層 1 3 がレーザビーム  
25 2 の案内溝を備える場合には、溝が形成された転写用基板（型）を硬化前の樹脂に密着させた後、樹脂を硬化させ、その後、転写用基板（型）をはがすことによって案内溝を形成できる。

なお、下側保護層 1 4 1 を成膜した後、または光学分離層 1 3 を形成した後、必要に応じて、記録層 1 4 2 の全面を結晶化させる初期化工程を行ってもよい。記録層 1 4 2 の結晶化は、レーザビーム 2 を照射することによって行うことができる。

- 5      続いて、光学分離層 1 3 上に第 1 の情報層 1 2 を形成する。具体的には、まず、第 2 の基板 1 5 上に第 2 の情報層 1 4 及び光学分離層 1 3 が形成された状態のもの（基材）を成膜装置内に配置し、光学分離層 1 3 上に低屈折率層 1 2 7 を成膜する。低屈折率層 1 2 7 は、A r ガス雰囲気  
10   1 2 7 を構成する元素を含むスパッタリングターゲットをスパッタリングすることによって形成できる。

- 続いて、低屈折率層 1 2 7 上に、透過率調整層 1 2 6 を成膜する。透過率調整層 1 2 6 は、A r ガス雰囲気中、または A r ガスと反応ガスとの混合ガス雰囲気中で、透過率調整層 1 2 6 を構成する元素を含むスパ  
15   ッタリングターゲットをスパッタリングすることによって形成できる。

- 続いて、透過率調整層 1 2 6 上に、反射層 1 2 5 を成膜する。反射層 1 2 5 は、A r ガス雰囲気中、または A r ガスと反応ガスとの混合ガス雰囲気中で、反射層 1 2 5 を構成する元素を含むスパッタリングターゲットをスパッタリングすることによって形成できる。

- 20    続いて、反射層 1 2 5 上に、上側保護層 1 2 4 を成膜する。上側保護層 1 2 4 は、A r ガス雰囲気中、または A r ガスと反応ガスとの混合ガス雰囲気中で、上側保護層 1 2 4 を構成する元素を含むスパッタリングターゲットをスパッタリングすることによって形成できる。

- 続いて、上側保護層 1 2 4 上に、記録層 1 2 3 を成膜する。記録層 1  
25   2 3 は、その組成に応じて、T e、I n または S e 等を主成分とする材料からなるスパッタリングターゲットを、一つの電源を用いて、スパッ

タリングすることによって形成できる。

スパッタリングの雰囲気ガスには、A r ガス、K r ガス、A r ガスと反応ガスとの混合ガス、またはK r ガスと反応ガスとの混合ガスを用いることができる。

- 5 実施の形態 1 で説明したように、記録層 1 2 3 の膜厚は 3 n m ~ 9 n m の範囲内であることが好ましく、4 n m ~ 8 n m の範囲内であることがより好ましい。記録層 1 2 3 の成膜レートは、電源の投入パワーで制御できる。成膜レートを下げすぎた場合には、成膜時間が長くなることに加え、雰囲気中のガスが必要以上に記録層 1 2 3 中に混入してしまう
- 10 。また、成膜レートを上げすぎた場合には、成膜時間を短くできるが、膜厚を正確に制御することが難しくなる。従って、記録層 1 2 3 の成膜レートは、0. 1 n m / 秒 ~ 6 n m / 秒の範囲内であることが好ましい。

- 続いて、記録層 1 2 3 上に、必要に応じて下側界面層 1 2 2 を成膜する。
- 15 下側界面層 1 2 2 は、A r ガス雰囲気中、またはA r ガスと反応ガスとの混合ガス雰囲気中で、下側界面層 1 2 2 を構成する元素を含むスパッタリングターゲットをスパッタリングすることによって形成できる。

- 続いて、記録層 1 2 3 上に、または下側界面層 1 2 2 上に、下側保護層 1 2 1 を成膜する。下側保護層 1 2 1 は、上側保護層 1 2 4 と同様の
- 20 方法で形成できる。これらの保護層を形成する際に用いられるスパッタリングターゲットの組成は、保護層の組成及びスパッタリングガスに応じて選択される。即ち、組成が同一のスパッタリングターゲットを用いてこれらの保護層を形成する場合もあるし、組成が異なるスパッタリング
- 25 グターゲットを用いてこれらの保護層を形成する場合もある。

なお、上側保護層 1 2 4 と反射層 1 2 5 との間、及び反射層 1 2 5 と

透過率調整層 1 2 6 との間に、界面層を成膜してもよい。この場合の界面層は、下側界面層 1 2 2 と同様の方法で形成できる（以下の界面層についても同様である。）。

最後に、下側保護層 1 2 1 上に第 1 の基板 1 1 を形成する。第 1 の基板 1 1 は、光硬化型樹脂（特に紫外線硬化型樹脂）または遅効性熱硬化型樹脂を下側保護層 1 2 1 上に塗布してスピンコートした後、樹脂を硬化させることによって形成できる。また、第 1 の基板 1 1 には、透明な円盤状のポリカーボネートまたはアモルファスポリオレフィンまたは PMMA 等の樹脂またはガラス等の基板を用いてもよい。この場合、光硬化型樹脂（特に紫外線硬化型樹脂）や遅効性熱硬化型樹脂等の樹脂を下側保護層 1 2 1 上に塗布して、基板を下側保護層 1 2 1 に密着させてスピンコートした後、樹脂を硬化させることによって形成できる。

なお、下側保護層 1 2 1 を成膜した後、または第 1 の基板 1 1 を形成した後、必要に応じて、記録層 1 2 3 の全面を結晶化させる初期化工程を行ってもよい。記録層 1 2 3 の結晶化は、レーザビーム 2 を照射することによって行うことができる。以上のようにして、光ディスク 1 を製造できる。

### （実施の形態 3）

実施の形態 3 では、実施の形態 1 で説明した光ディスク 1 に対して情報の記録再生を行う方法について説明する。

まず、本実施の形態における記録再生方法に用いられる記録再生装置について説明する。図 3 には、本実施の形態の記録再生方法に用いられる記録再生装置 3 の一部の構成が、模式的に示されている。記録再生装置 3 は、光ディスク 1 を回転させるためのスピンドルモータ 3 1 と、半導体レーザ 3 3 を備える光学ヘッド 3 2 と、半導体レーザ 3 3 から出射されるレーザビーム 2 を集光する対物レンズ 3 4 とを含んでいる。光

ディスク 1 は実施の形態 1 で説明した光学的情報記録媒体であり、二つの情報層（第 1 の情報層 1 2、第 2 の情報層 1 4）を備えている。なお、第 1 の情報層 1 2 は記録層 1 2 3 を、第 2 の情報層 1 4 は記録層 1 4 2 をそれぞれ備えている。対物レンズ 3 4 は、レーザビーム 2 を情報層 5（第 1 の情報層 1 2 の場合は記録層 1 2 3、第 2 の情報層 1 4 の場合は記録層 1 4 2）上に集光させる。

光ディスク 1（第 1 の情報層 1 2 または第 2 の情報層 1 4）への情報の記録、消去、及び上書き記録は、レーザビーム 2 のパワーを、高パワーのピークパワー（ $P_p$  (mW)）と低パワーのバイアスパワー（ $P_b$  (mW)）とに変調させることによって行う。ピークパワーのレーザビーム 2 を照射することによって、記録層 1 2 3 または記録層 1 4 2 の局所的な一部分に非晶質相が形成され、その非晶質相が記録マークとなる。記録マーク間では、バイアスパワーのパワーのレーザビーム 2、結晶相（消去部分）が形成される。なお、ピークパワーのレーザビーム 2 を照射 10 する場合には、パルスの列で形成する、いわゆるマルチパルスとするのが一般的である。なお、マルチパルスはピークパワー、バイアスパワーのパワーレベルだけで変調されてもよいし、0 mW～ピークパワーの範囲のパワーレベルによって変調されてもよい。

また、ピークパワー、バイアスパワーのいずれのパワーレベルよりも 20 低く、そのパワーレベルでのレーザビーム 2 の照射によって記録マークの光学的な状態が影響を受けず、且つ光ディスク 1 から記録マーク再生のための十分な反射光量が得られるパワーを再生パワー（ $P_r$  (mW)）とし、再生パワーのレーザビーム 2 を照射することによって得られる光ディスク 1 からの信号を検出器で読み取ることにより、情報信号の再生 25 が行われる。

対物レンズ 3 4 の開口数 (NA) は、レーザビームのスポット径を 0.

4  $\mu\text{m}$  ~ 0.7  $\mu\text{m}$  の範囲内に調整するため、0.5 ~ 1.1 の範囲内  
(より好ましくは、0.6 ~ 1.0 の範囲内) であることが好ましい。  
レーザビーム 2 の波長は、450 nm 以下 (より好ましくは、350 nm  
~ 450 nm の範囲内) であることが好ましい。情報を記録する際の  
5 光ディスク 1 の線速度は、再生光による結晶化が起こりにくく、且つ十  
分な消去率が得られる 3 m/秒 ~ 20 m/秒 の範囲内 (より好ましくは  
、4 m/秒 ~ 15 m/秒 の範囲内) であることが好ましい。

第 1 の情報層 12 に対して記録を行う際には、レーザビーム 2 の焦点  
を記録層 123 に合わせ、第 1 の基板 11 を透過したレーザビーム 2 に  
10 よって記録層 123 に情報を記録する。再生は、記録層 123 によって  
反射され、第 1 の基板 11 を透過してきたレーザビーム 2 を用いて行う  
。第 2 の情報層 14 に対して記録を行う際には、レーザビーム 2 の焦点  
を記録層 142 に合わせ、第 1 の基板 11、第 1 の情報層 12、及び光  
学分離層 13 を透過したレーザビーム 2 によって情報を記録する。再生  
15 は、記録層 142 によって反射され、光学分離層 13、第 1 の情報層 1  
2、及び第 1 の情報層 12 を透過してきたレーザビーム 2 を用いて行う  
。

なお、第 2 の基板 15、光学分離層 13 にレーザビーム 2 を導くため  
の案内溝が形成されている場合、情報は、レーザビーム 2 の入射側から  
20 近い方の溝面 (グループ) に行われてもよいし、遠い方の溝面 (ランド  
) に行われてもよい。グループとランドの両方に情報を記録してもよい  
。

#### [実施例]

以下に、実施例を用いて本発明をさらに詳細に説明する。

#### 25 (実施例 1)

実施例 1 では、低屈折率層を設けた場合の透過率調整層の成膜レート

と、低屈折率層を設けない場合の透過率調整層の成膜レートとを比較した。本実施例における成膜レートの測定は以下のようにして行った。

低屈折率層を設けるサンプル及び低屈折率層を設けないサンプルを、それぞれ5つずつ作製した。低屈折率層を設けるサンプル（サンプル1-a, 1-b, 1-c, 1-d, 1-e）は、レート測定用基板を用意し、その基板上に、低屈折率層として $\text{SiO}_2$ （厚さ：10 nm）、透過率調整層として $\text{TiO}_2$ （厚さ：20 nm）を順次スパッタリングによって積層することにより形成した。低屈折率層を設けないサンプル（サンプル1-f, 1-g, 1-h, 1-i, 1-j）は、レート測定用基板を用意し、その基板上に透過率調整層として $\text{TiO}_2$ （厚さ：20 nm）をスパッタリングによって積層した。各サンプルの膜厚を測定することにより、 $\text{TiO}_2$ の成膜レート安定性を検討した。

低屈折率層を設ける場合と設けない場合の膜厚測定結果を表1に示す。なお、 $\text{TiO}_2$ の成膜レートは $22.0 \text{ \AA}/\text{sec}$ 付近であるため、成膜レートが $22.0 \text{ \AA}/\text{sec}$ から $\pm 1\%$ 以内であれば○、 $\pm 3\%$ 以内であれば△、 $\pm 3\%$ 以上であれば×と判定した。

（表1）

サンプル No.	低屈折率層の有無	$\text{TiO}_2$ の成膜レート ( $\text{\AA}/\text{sec}$ )	判定	ばらつき評価
1-a	有	22.1	○	○
1-b	有	21.6	△	
1-c	有	22.2	○	
1-d	有	21.9	○	
1-e	有	22.5	△	
1-f	無	15.6	×	×
1-g	無	18.6	×	
1-h	無	19.9	×	
1-i	無	16.7	×	
1-j	無	18.8	×	

この結果、低屈折率層を設けたサンプル 1-a、1-b、1-c、1-d、1-e の場合には、 $TiO_2$  の成膜レートは安定でばらつきが小さく、十分再現性の高い成膜を行うことができた。一方、低屈折率層を設けないサンプル 1-f、1-g、1-h、1-i、1-j の場合には、 $TiO_2$  の成膜レートは不安定でばらつきが大きいことがわかった。また、透過率調整層が  $TiO_2$ 、低屈折率層が  $SiO_2$  でない場合、例えば透過率調整層が  $Nb_2O_5$ 、低屈折率層が  $Al_2O_3$  の場合においても同様の結果が認められた。以上の結果から、透過率調整層の成膜レートを安定させるために低屈折率層を設ける構成が有効であることが確認された。

#### (実施例 2)

実施例 2 では、光ディスク 1 (図 2 参照。) の第 1 の情報層 12 を作製し、低屈折率層 127 の屈折率  $n_1$  及び膜厚  $d_1$  と第 1 の情報層 12 の反射率 ( $R_{c1}$ ,  $R_{c2}$ ) との関係を調べた。具体的には、低屈折率層 127 の材料、膜厚が異なる第 1 の情報層 12 を作製し、第 1 の情報層 12 上にさらに第 1 の基板 11 を形成したサンプルを作製した。作製したサンプルについて、第 1 の情報層 12 の反射率を測定した。

サンプルは以下のようにして製造した。まず、基板としてポリカーボネート基板 (直径 120 mm、厚さ 1100  $\mu m$ 、屈折率 1.62) を用意した。そして、そのポリカーボネート基板上に低屈折率層 127、透過率調整層 126 として  $TiO_2$  層 (厚さ: 20 nm)、反射層 125 として、 $Ag-Pd-Cu$  層 (厚さ: 10 nm)、上側保護層 124 として  $Zr-Si-Cr-O$  層 (厚さ: 10 nm)、記録層 123 として  $GeSbTe$  層 (厚さ: 6 nm)、下側界面層 122 として  $Zr-Si-Cr-O$  層 (厚さ: 5 nm)、下側保護層 121 として  $ZnS-SiO_2$  層 (厚さ: 40 nm、 $ZnS$ : 80 mol%、 $SiO_2$ : 20 mol%) を順



次スパッタリング法によって積層した。低屈折率層 127 としては、 $\text{SiO}_2$  層、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  層、 $\text{ZrO}_2$  層、 $\text{ZnS-SiO}_2$  層を用いた。最後に、紫外線硬化型樹脂を下側保護層 121 上に塗布し、ポリカーボネート基板（直径 120 mm、厚さ  $90\ \mu\text{m}$ ）を下側保護層 121 に密着させてスピコートした後、紫外線を照射して樹脂を硬化させることによって、第 1 の基板 11 を形成した。以上のようにして、低屈折率層 127 の材料及び膜厚が異なる複数の反射率測定用サンプルを製造した。

このようにして得られたサンプルについて、最初に記録層 123 が非晶質相である場合の反射率  $R_{a1}$ （%）を測定した。その後、記録層 123 を結晶化させる初期化工程を行い、記録層 123 が結晶相である場合の反射率  $R_{c1}$ （%）を測定した。反射率の測定には、図 3 に示した記録再生装置 3 を用いた。具体的には、スピンドルモータ 31 でサンプルを回転させ、波長 405 nm のレーザービーム 2 を第 1 の情報層 12 の記録層 123 に集光して照射し、その反射光量を測定することによって行った。

表 2 に、各サンプルにおける第 1 の情報層 12 の反射率（ $R_{c1}$ 、 $R_{a1}$ ）の測定結果を示す。さらに、表 2 には、各サンプルにおける低屈折率層の材料、波長 405 nm のレーザービームに対する低屈折率層 127 の屈折率  $n_1$  と光学分離層 13 の屈折率  $n_4$  との差の絶対値（ $|n_1 - n_4|$ ）も示されている。なお、 $\text{SiO}_2$  層の波長 405 nm における屈折率  $n_1$  は 1.49、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  層の波長 405 nm における屈折率  $n_1$  は 1.70、 $\text{ZrO}_2$  層の波長 405 nm における屈折率  $n_1$  は 2.12、 $\text{ZnS-SiO}_2$  層の波長 405 nm における屈折率  $n_1$  は 2.34 であった。また、波長 405 nm における透過率調整層 126 の屈折率  $n_4$  は 1.62 であった。さらに、判定については、記録層 123 が結晶相である場合の第 1 の情報層 12 の基板の鏡面部における反射率

Rc1が $4 \leq Rc1 \leq 15$ の範囲内であり、記録層123が非晶質相である場合の第1の情報層12の基板の鏡面部における反射率Ra1が $0.1 \leq Ra1 \leq 5$ の範囲内であれば○、いずれか一方が範囲外であれば△とした。

5 (表2)

サンプル No.	低屈折率層の 材料	$ n1-n4 $	d1(nm)	Rc1(%)	Ra1(%)	判定
2-a	SiO <sub>2</sub>	0.13	1	6.4	1.4	○
2-b	SiO <sub>2</sub>	0.13	5	6.2	1.3	○
2-c	SiO <sub>2</sub>	0.13	10	5.9	1.2	○
2-d	SiO <sub>2</sub>	0.13	20	5.7	1.0	○
2-e	SiO <sub>2</sub>	0.13	25	5.2	0.9	○
2-f	SiO <sub>2</sub>	0.13	30	5.1	0.9	○
2-g	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.08	1	6.5	1.5	○
2-h	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.08	5	6.6	1.5	○
2-i	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.08	10	6.8	1.6	○
2-j	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.08	20	7.1	1.8	○
2-k	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.08	25	7.3	1.9	○
2-l	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.08	30	7.4	1.9	○
2-m	ZrO <sub>2</sub>	0.50	1	6.7	1.6	○
2-n	ZrO <sub>2</sub>	0.50	5	7.8	2.2	○
2-o	ZrO <sub>2</sub>	0.50	10	9.3	3.0	○
2-p	ZrO <sub>2</sub>	0.50	20	11.8	4.5	○
2-q	ZrO <sub>2</sub>	0.50	25	12.6	4.9	○
2-r	ZrO <sub>2</sub>	0.50	30	12.9	5.2	△
2-s	ZnS-SiO <sub>2</sub>	0.72	1	6.8	1.6	○
2-t	ZnS-SiO <sub>2</sub>	0.72	5	8.4	2.5	○
2-u	ZnS-SiO <sub>2</sub>	0.72	10	10.5	3.8	○
2-v	ZnS-SiO <sub>2</sub>	0.72	20	13.8	5.8	△
2-w	ZnS-SiO <sub>2</sub>	0.72	25	14.6	6.3	△
2-x	ZnS-SiO <sub>2</sub>	0.72	30	14.9	6.5	△

この結果、低屈折率層127の材料がSiO<sub>2</sub>で、膜厚d1が1nm  
 25 ~30nmのサンプル2-a、2-b、2-c、2-d、2-e、2-fで反射率が $4 \leq Rc1 \leq 15$ 、 $0.1 \leq Ra1 \leq 5$ を満たし、より好

ましい反射率が得られることがわかった。

また、低屈折率層 127 の材料が  $Al_2O_3$  で、膜厚  $d_1$  が  $1\text{ nm} \sim 30\text{ nm}$  のサンプル 2-g、2-h、2-i、2-j、2-k、2-l で反射率が  $4 \leq R_{c1} \leq 15$ 、 $0.1 \leq R_{a1} \leq 5$  を満たし、より好ましい反射率が得られることがわかった。

また、低屈折率層 127 の材料が  $ZrO_2$  で、膜厚  $d_1$  が  $1\text{ nm} \sim 25\text{ nm}$  のサンプル 2-m、2-n、2-o、2-p、2-q で反射率が  $4 \leq R_{c1} \leq 15$ 、 $0.1 \leq R_{a1} \leq 5$  を満たし、より好ましい反射率が得られることがわかった。また、膜厚  $d_1$  が  $30\text{ nm}$  のサンプル 2-r では、反射率  $R_{a1}$  が 5 % より大きくなった。

また、低屈折率層 127 の材料が  $ZnS-SiO_2$  で、膜厚  $d_1$  が  $1\text{ nm} \sim 10\text{ nm}$  のサンプル 2-s、2-t、2-u で反射率が  $4 \leq R_{c1} \leq 15$ 、 $0.1 \leq R_{a1} \leq 5$  を満たし、より好ましい反射率が得られることがわかった。また、膜厚  $d_1$  が  $20 \sim 30\text{ nm}$  のサンプル 2-v、2-w、2-x では、反射率  $R_{a1}$  が 5 % より大きくなった。

また、表 2 に示すように、低屈折率層 127 に屈折率  $n_1$  が大きな材料を用いると、 $R_{c1}$  と  $R_{a1}$  が大きくなることがわかった。

以上の結果から、低屈折率層 127 を全体の成膜タクトを低下させない厚み範囲 ( $1\text{ nm} \sim 25\text{ nm}$ ) で形成した場合に、より好ましい反射率特性 ( $4 \leq R_{c1} \leq 15$ 、 $0.1 \leq R_{a1} \leq 5$ ) を得るためには、低屈折率層 127 の屈折率  $n_1$  と光学分離層 13 の屈折率  $n_4$  とが  $|n_1 - n_4| \leq 0.5$  の関係を満たすようにすることが好ましいことが確認された。また、 $|n_1 - n_4|$  の値をさらに小さくすれば、膜厚  $d_1$  が  $25\text{ nm}$  を超えた場合であっても良好な反射率特性が得られることも確認された。

#### 産業上の利用の可能性

本発明の光学的情報記録媒体及びその製造方法によれば、情報層が複数設けられた光学的情報記録媒体に含まれる透過率調整層の成膜レートのはらつきを抑制できるので、透過率調整層の安定成膜が可能となる。

- 5 これにより、複数の情報層を有しながらも記録感度が良好で、十分なC/N比の得られる光学的情報記録媒体が提供できる。

## 請 求 の 範 囲

1. 基板と、前記基板上に設けられた複数の情報層と、互いに隣接する情報層間に設けられた光学分離層と、を含み、レーザビームの照射により情報の記録または再生が行なわれる光学的情報記録媒体であって、

5 前記複数の情報層のうち最もレーザビーム入射側に配置された情報層を第1の情報層とし、前記第1の情報層に接して配置された光学分離層を第1の光学分離層とすると、前記第1の情報層は、光学的に互いに異なる二つの状態間を変化しうる記録層と、前記第1の情報層の透過率を調整する透過率調整層と、前記透過率調整層と前記第1の光学分離層との間に配置された低屈折率層と、を含むことを特徴とする光学的情報記録媒体。

2. 前記レーザビームに対する前記低屈折率層の屈折率を $n_1$ 、前記第1の光学分離層の屈折率を $n_4$ とすると、 $n_1$ 及び $n_4$ が、

15  $|n_1 - n_4| \leq 0.5$

の関係を満たす請求の範囲1に記載の光学的情報記録媒体。

3. 前記 $n_1$ 及び $n_4$ が、

$$|n_1 - n_4| \leq 0.1$$

の関係を満たす請求の範囲2に記載の光学的情報記録媒体。

- 20 4. 前記第1の情報層に含まれる前記記録層が、結晶状態と非晶質状態との間を変化しうる材料にて形成されており、

前記記録層が結晶状態であるときの前記レーザビームに対する前記第1の情報層の透過率を $T_{c1}$ (%)、前記記録層が非晶質状態であるときの前記レーザビームに対する前記第1の情報層の透過率を $T_{a1}$ (%)とすると、 $T_{c1}$ 及び $T_{a1}$ が、

$$40 < T_{c1} \cdot \text{且つ} \quad 40 < T_{a1}$$

の関係を満たす請求の範囲 1 に記載の光学的情報記録媒体。

5. 前記第 1 の情報層が、前記記録層と前記透過率調整層との間に配置された反射層をさらに含み、

前記レーザビームに対する前記透過率調整層の屈折率を  $n_2$ 、消衰係  
5 数を  $k_2$  とし、前記レーザビームに対する前記反射層の屈折率を  $n_3$ 、  
消衰係数を  $k_3$  とすると、

$$1. \quad 0 \leq (n_2 - n_3) \leq 3.0$$

及び

$$1. \quad 0 \leq (k_3 - k_2) \leq 4.0$$

10 のうち少なくとも何れか一方の関係が成立する請求の範囲 1 に記載の光学的情報記録媒体。

6. 前記低屈折率層は、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{LaF}_3$ 、 $\text{ZrSiO}_4$  及び  $\text{ZrO}_2$  から選ばれる少なくとも一つを含む請求の範囲 1 に記載の光学的情報記録媒体。

15 7. 前記低屈折率層の膜厚が 1 nm 以上 25 nm 以下である請求の範囲 1 に記載の光学的情報記録媒体。

8. 光学分離層を介して互いに積層された第 1 の情報層及び第 2 の情報層を少なくとも含む光学的情報記録媒体の製造方法であって、

- (a) 前記第 2 の情報層を形成する工程と、  
20 (b) 前記第 2 の情報層上に前記光学分離層を形成する工程と、  
(c) 前記光学分離層上に第 1 の情報層を形成する工程と、  
を含み、

前記 (c) の工程には、前記光学分離層上に低屈折率層を形成する工程と、前記低屈折率層上に透過率調整層を形成する工程と、記録層を形成する工程と、が含まれることを特徴とする光学的情報記録媒体の製造  
25 方法。

9. 情報の記録または再生の際に用いられるレーザビームに対し、前記(c)の工程にて形成される前記低屈折率層の屈折率を $n_1$ 、前記光学分離層の屈折率を $n_4$ とすると、 $n_1$ 及び $n_4$ が、

$$|n_1 - n_4| \leq 0.5$$

5 の関係を満たすように前記低屈折率層及び光学分離層が形成される請求の範囲8に記載の光学的情報記録媒体の製造方法。

10. 前記(c)の工程において、前記低屈折率層は、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{LaF}_3$ 、 $\text{ZrSiO}_4$ 及び $\text{ZrO}_2$ から選ばれる少なくとも一つを含む材料にて形成される請求の範囲8に記載の光学的情報記録媒体

10 の製造方法。

11. 前記(c)の工程において、前記低屈折率層は、1nm以上25nm以下の膜厚に形成される請求の範囲8に記載の光学的情報記録媒体の製造方法。

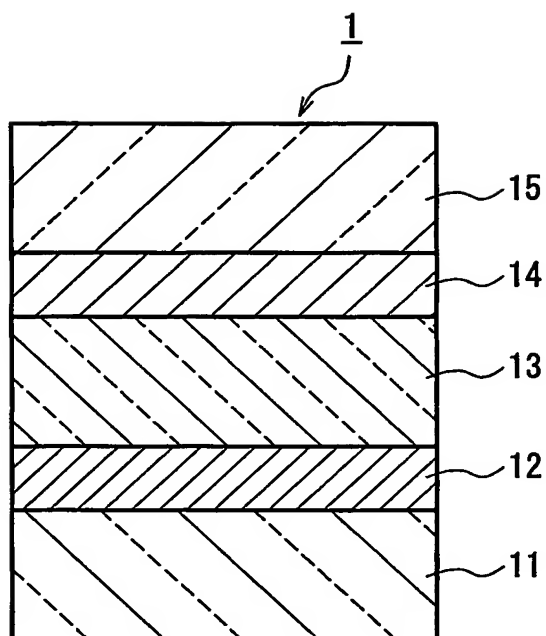


FIG. 1



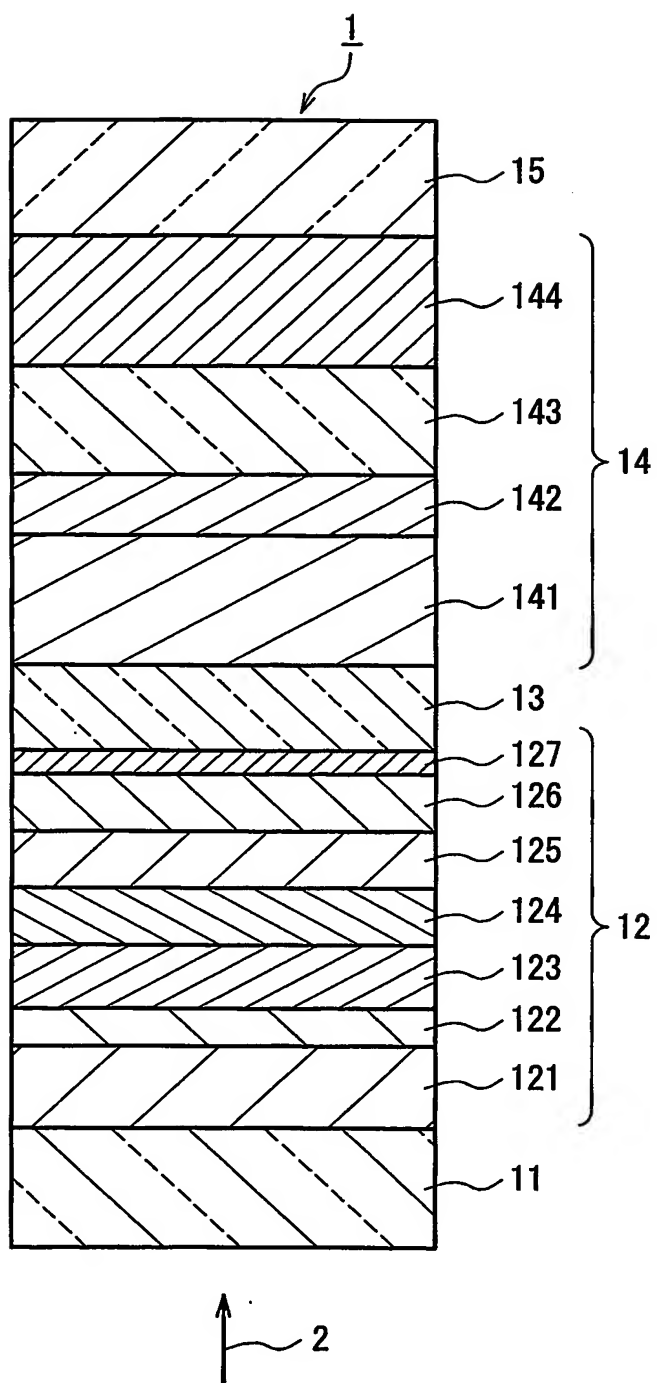


FIG. 2

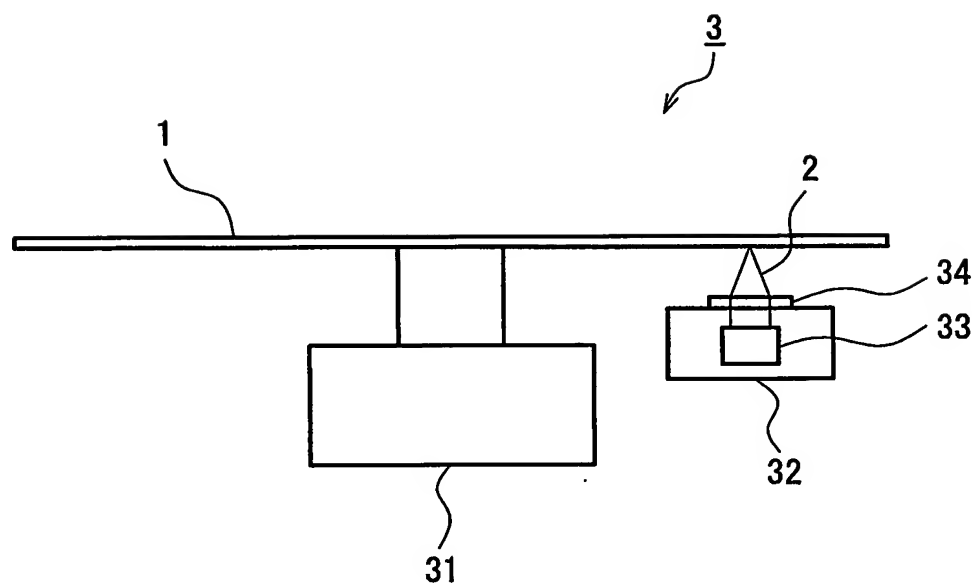


FIG. 3

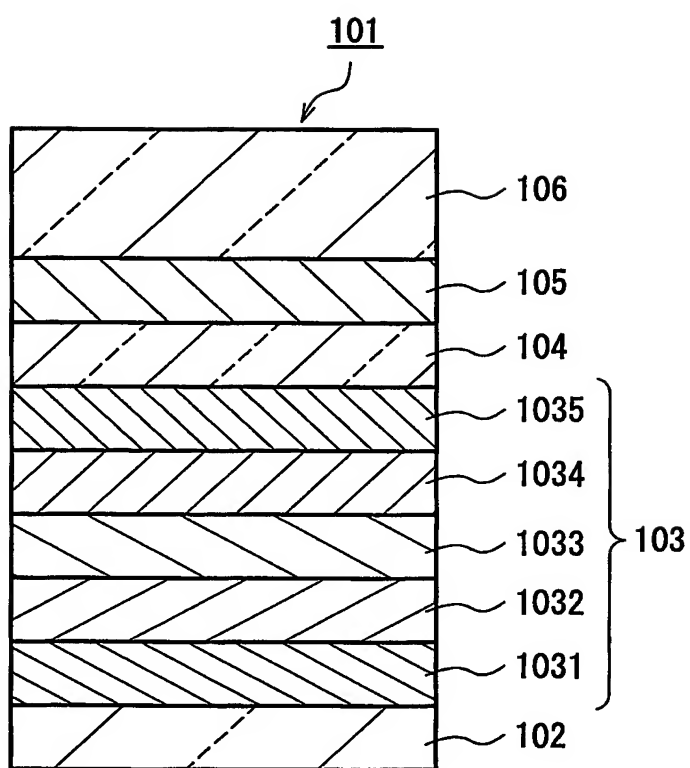


FIG. 4

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/12937

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl<sup>7</sup> G11B7/24, 7/26

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl<sup>7</sup> G11B7/24, 7/26Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2002-144736 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 22 May, 2002 (22.05.02), Example 6 & EP 1187119 A2 & US 2002/54983 A1	1-11
A	EP 1172811 A2 (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 16 January, 2002 (16.01.02), Full text; all drawings & JP 2003-16687 A	1-11
A	JP 2001-243655 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 07 September, 2001 (07.09.01), Full text; all drawings & US 2001/5350 A1	1-11

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.
 ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family
---	--

Date of the actual completion of the international search  
17 December, 2003 (17.12.03)Date of mailing of the international search report  
13 January, 2004 (13.01.04)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/12937

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, X	JP 2003-317314 A (Sony Corp.), 07 November, 2003 (07.11.03), Par. No. [0032] (Family: none)	1, 2, 4, 5, 8, 9
A	JP 9-293270 A (Pioneer Electronic Corp.), 11 November, 1997 (11.11.97), Par. No. [0028] & US 6009070 A	1-11
A	JP 10-83570 A (NEC Corp.), 31 March, 1998 (31.03.98), Full text; all drawings (Family: none)	1-11

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. 7 G11B7/24, 7/26

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. 7 G11B7/24, 7/26

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2003年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2003年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2002-144736 A (松下電器産業株式会社) 2002.05.22 実施例6 & EP 1187119 A2 & US 2002/54983 A1	1-11
A	EP 1172811 A2 (松下電器産業株式会社) 2002.01.16 全文、全図 & JP 2003-16687 A	1-11
A	JP 2001-243655 A (松下電器産業株式会社) 2001.09.07 全文、全図 & US 2001/5350 A1	1-11

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」口頭による開示、使用、展示等に関する文献  
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

17.12.03

国際調査報告の発送日

13.01.04

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
 郵便番号100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

日下 善之

5D

3045

電話番号 03-3581-1101 内線 3550

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
PX	JP 2003-317314 A (ソニー株式会社) 2003. 11. 07 【0032】 (ファミリーなし)	1, 2, 4, 5, 8, 9
A	JP 9-293270 A (パイオニア株式会社) 1997. 11. 11 【0028】 & US 6009070 A	1-11
A	JP 10-83570 A (日本電気株式会社) 1998. 03. 31 全文、全図 (ファミリーなし)	1-11